

03560.003326

PATENT APPLICATION



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

TAKEHARU OKUNO

Application No.: 10/603,892

Filed: June 26, 2003

For: POLARIZATION SEPARATION  
ELEMENT AND OPTICAL  
APPARATUS USING THE SAME

Examiner: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

September 9, 2003

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

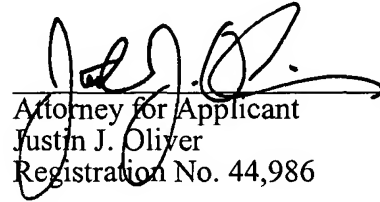
Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of the following Japanese application:

JAPAN 2002-202048, filed July 11, 2002.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicant  
Justin J. Oliver  
Registration No. 44,986

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

JJO/tmm

DC\_MAIN 141527v1

CFG03326US

Okuno  
10/603,892

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年    7 月 1 1 日  
Date of Application:

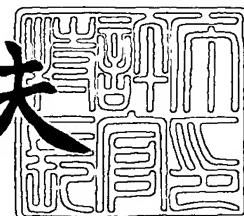
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 0 2 0 4 8  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 2 0 2 0 4 8 ]

出    願    人            キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    7 月 2 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 0 0 5 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 4660136

【提出日】 平成14年 7月11日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 27/00

【発明の名称】 偏光分離素子およびそれを用いた光学系

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 奥野 丈晴

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100086818

【弁理士】

【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009623

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 偏光分離素子およびそれを用いた光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

使用波長領域において実質透明な基板上に、使用波長よりも小さな周期で配列した回折格子からなる偏光分離素子において、該回折格子は複数の金属ないしは金属化合物より構成されていることを特徴とする偏光分離素子。

【請求項 2】

前記複数の金属ないしは金属化合物において、基板に接する側の材料が基板に接していない側の材料に比べ融点が高い材料であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏光分離素子。

【請求項 3】

前記複数の金属ないし金属化合物において、基板に接する側の材料は基板に接していない側の材料に比べ基板に対する拡散係数が小さい材料であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏光分離素子

【請求項 4】

前記回折格子は、アルミニウム、金、銀、クロム、ジルコニウム、チタン、銅、タンゲステン、マグネシウム、タンタル、白金およびそれらの化合物のいずれか 2 つ以上の材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の偏光分離素子。

【請求項 5】

前記透明な基板は、石英基板ないしは石英基板上に  $MgF_2$  又は  $Na_3AlF_6$  からなる薄膜を積層した基板であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏光分離素子。

【請求項 6】

前記使用波長よりも小さな周期は  $30\text{ nm}$  以上、 $200\text{ nm}$  以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏光分離素子。

【請求項 7】

前記使用波長領域は、可視領域ないしは可視域の一部であることを特徴とする

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の偏光分離素子。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の偏光分離素子を 1 つ以上有していることを特徴とする光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、偏光分離素子およびそれを用いた光学系に関するものであり、さらに詳しくは、使用波長よりも小さな周期で複数の金属ないしはその化合物からなる回折格子を配列することで、使用波長領域および使用画角全域で、高い偏光分離特性を達成し、かつ、高温下での耐久性や量産性にも優れた偏光分離素子およびそれを用いた光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より偏光の異なる光線を分離する手段として、薄膜のブリュースター反射を利用したものが多く用いられている。

【0003】

しかし、ブリュースター反射を利用した素子では、ある特定の入射角を持った光線に対しては極めて高い偏光分離性能を発揮するが、それ以外の入射角を持った光線に対しては偏光分離性能が急激に劣化してしまう。図 25 に薄膜のブリュースター反射を利用した設計入射角  $45^\circ$  の偏光分離素子の入射角特性を示す。図から分かるとおり、設計入射角において極めて高い偏光分離性能を発揮しているが、設計入射角以外では、大きく性能が劣化してしまっている。このことは、例えば液晶プロジェクターなどの投影光学系に、この偏光分離素子を用いた場合、コントラストの低下を招き、高コントラストと高輝度を両立した投影光学系を実現することを困難なものとしている。

【0004】

ところで、金属からなる回折格子（ワイヤーグリッド）を光（電磁波）の波長よりも小さな周期で配列すると、偏光の異なる光線が分離されることは古くから

知られており、その概要や試作例がJ.P.Auton, "Infrared Transmission Polarizer by Photolithography", Applied Optics. Vol. 6. 1023(1967)などに記載されている。

#### 【0005】

また、この原理に基づく可視光ないしは赤外線用の偏光分離素子が特開平9-288211号公報、米国特許第6122103号、第6208463号、第6243199号などに開示されている。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、この原理の基づく偏光分離素子は、入射角特性は優れているものの、金属からなる格子が入射光のエネルギーの一部を吸収し、ジュール熱として熱に変換してしまう。

#### 【0007】

また、可視域で高い偏光分離性能を発揮するための格子の材料として、複素屈折率の値の観点からAlを用いることがもっとも好ましいが、Alは融点が約660℃と低く、また石英基板に対する拡散係数も大きい。

#### 【0008】

このため、前記従来の偏光分離素子は、輝度の低い光源を用いた光学系などに用いる場合は問題ないが、高輝度な液晶プロジェクターの光学系などに用いた場合、熱耐久性に問題があった。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

そこで本発明では、Alからなる回折格子と基板との間に、Alよりも融点が高い、ないしは基板に対する拡散係数は小さい金属ないしは金属化合物を配置することで、高温下での耐久性を向上した構成としている。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

#### 【0011】

図1は、本発明第1実施例の偏光分離素子の要部正面図である。同図において、偏光分離素子1は、石英基板2の表面にAlおよびTiN（窒化チタン）からなる回折格子部3が配置された構成となっている。

#### 【0012】

図2は、第1実施例の偏光分離素子を図1中のA-A'の位置で切断した断面を模式的に示したものである。石英基板2上にAlからなる回折格子4とTiからなる回折格子5が積層してある。

#### 【0013】

図3は、図2の部分拡大図である。

#### 【0014】

本実施例では、入射角( $\theta$ )  $45^\circ$ において可視域全域で高い偏光分離性能を発揮するように、格子周期pを77nm、格子部の幅wを37nm、Alからなる回折格子4の厚さ $d_1$ を88nm、TiNからなる回折格子5の厚さ $d_2$ を8nmとしている。

#### 【0015】

図4はp偏光（電場の振動方向が入射面に対して垂直）光の反射率 $R_p$ および透過率 $T_p$ の入射角特性を示すものである。また、図5はs偏光（電場の振動方向が入射面に対して平行）光の反射率 $R_s$ および透過率 $T_s$ の入射角特性を示すものである。

#### 【0016】

図25に示した従来の偏光分離素子に比べ、設計入射角である $45^\circ$ での性能では劣るものの、入射角の変化に対する性能劣化が極めて小さいものであることが分かる。

#### 【0017】

また、第1実施例の偏光分離素子では反射率と透過率の和が100%になっていないが、これは、金属からなる回折格子が入射光のエネルギーの一部を吸収したことによるものであり、そのエネルギーはジュール熱として熱に変換されるため、高輝度の光源を用いた光学系に使用した際、非常に高温となる。

#### 【0018】



しかし、本実施例では、Alからなる回折格子4と石英基板2との間に、融点が高く、石英基板に対する拡散係数も小さいTiNからなる回折格子5を配置したことで、可視域全域で優れた入射角特性を実現しつつ、高温下での耐久性にも優れたものとなっている。

#### 【0019】

図6は、本発明第2実施例の要部断面図である。

#### 【0020】

本実施例では、入射角( $\theta$ )  $45^\circ$ において可視域全域で高い偏光分離性能を発揮するように、格子周期pを65nm、格子幅wを32nm、Alからなる回折格子4の厚さ $d_1$ を77nm、Tiからなる回折格子5の厚さ $d_2$ を12nmとしている。

#### 【0021】

図7、図8に第2実施例のp偏光、s偏光に対する透過率、反射率の入射角特性を示す。

#### 【0022】

Tiの融点は1666℃であり、Alの融点に比べて1000℃以上も高く、また、石英に対する密着性にも優れている。本実施例では、Alからなる回折格子4と石英基板との間に、Tiからなる回折格子5を配置したことで、高温下での耐久性に優れているばかりか、製造時のフォトリソ除去プロセス時の耐剥離性にも優れ、製造歩留まりも向上する構成となっている。

#### 【0023】

図9は、本発明第3実施例の要部断面図である。

#### 【0024】

本実施例では、入射角( $\theta$ )  $45^\circ$ において可視域全域で高い偏光分離性能を発揮するように、格子周期pを90nm、格子幅wを41nm、Alからなる回折格子4の厚さ $d_1$ を77nm、Crからなる回折格子5の厚さ $d_2$ を15nmとしている。

#### 【0025】

図10、図11に第3実施例のp偏光、s偏光に対する透過率、反射率の入射

角特性を示す。

#### 【0026】

Crの融点は、1857℃であり、Alの融点に比べ非常に高い。本実施例では、Alからなる回折格子4と石英基板との間に、Crからなる格子5を配置したことで、高温下での耐久性に優れたものとなっている。

#### 【0027】

図12は、本発明第4実施例の要部断面図である。

#### 【0028】

本実施例では、入射角( $\theta$ )45°において赤色領域(600~700nm)で高い偏光分離性能を発揮するように、格子周期pを110nm、格子幅wを51nm、Alなる回折格子4の厚さ $d_1$ を132nm、Agからなる回折格子5の厚さ $d_2$ を10nmとしている。

#### 【0029】

図13、図14に第4実施例の波長600nm、650nm、700nmにおけるp偏光、s偏光に対する透過率、反射率の入射角特性を示す。

#### 【0030】

Agの融点は約962℃であり、Alの融点に比べて高い。本実施例では、Alからなる回折格子4と石英基板との間にAgからなる格子5を配置したことで、高温下での耐久性に優れたものとなっている。

#### 【0031】

図15は、本発明第5実施例の要部断面図である。

#### 【0032】

本実施例では、入射角( $\theta$ )45°において可視域全域で高い偏光分離性能を発揮するように、格子周期pを57nm、格子幅wを28.8nm、Alからなる回折格子4の厚さ $d_1$ を81nm、Tiなる回折格子5の厚さ $d_2$ を8nm、Tiなる回折格子6の厚さ $d_3$ を5nmとしている。

#### 【0033】

図16、図17に第5実施例のp偏光、s偏光に対する分離性能の入射角特性を示す。

## 【0034】

A1からなる回折格子4と石英基板との間にTiからなる回折格子5を、さらに回折格子4の上にもTiからなる回折格子6を配置しているので、第2実施例の特徴に加え、製造時のフォトリソグラフィ工程におけるA1表面での不要反射光の発生を抑制し、レジスト線幅を制御性のよいものにすることで、高い歩留まりで品質の安定した偏光分離素子を製造することができる。

## 【0035】

図18は、本発明第6実施例の要部断面図である。石英基板2上にMgF<sub>2</sub>膜7が形成してあり、その上にA1からなる回折格子4とTiからなる回折格子5が積層してある。

## 【0036】

図19は図18の部分拡大図である。

## 【0037】

本実施例では、入射角( $\theta$ )45°において、可視域全域で高い偏光分離性能を発揮するように、MgF<sub>2</sub>膜7上において、格子周期pを81nm、格子幅wを37.7nm、A1からなる回折格子4の厚さd<sub>1</sub>を85nm、Tiなる回折格子5の厚さd<sub>2</sub>を9nmとしている。

## 【0038】

図20、図21に第6実施例のp偏光、s偏光に対する透過率、反射率の入射角特性を示す。

## 【0039】

A1からなる回折格子4とMgF<sub>2</sub>膜7との間に、融点の高いTiからなる回折格子5を配置しているので、高温下での耐久性に優れた構造となっている。また、MgF<sub>2</sub>は可視域全域でSiO<sub>2</sub>より屈折率が小さいため、SiO<sub>2</sub>基板上に直接素子を形成した場合に比べ、より高い偏光分離特性を得ることができる。

## 【0040】

次に本発明の第7実施例として、保護構造を加えた偏光分離素子の形態を図22に示す。同図において、8はスペーサー、9は透明保護部材である。保護構造により、非常に微細な構造をもった回折格子部を保護しているので、取り扱いの

容易な素子が得られる。スペーサー 8 と透明保護部材 9 により密閉された空間 10 は空気でもよいが、ヘリウム、窒素、アルゴンなどの不活性ガスを封入する方が好ましい。

#### 【0041】

A1 からなる回折格子 4 と石英基板ないしは  $MgF_2$  膜との間に、A1 よりも融点の高い材質からなる回折格子 5 を配置することで高温下での耐久性を向上し、さらに回折格子部を保護する構造を設け、不活性ガスを封入することで、回折格子の酸化や空気中の水分などによる腐蝕、ハンドリングによる破損を抑制することができるので、さらに耐久性に優れ、取り扱いも容易な偏光分離素子を得ることができる。

#### 【0042】

本発明の第 8 実施例として、プリズム面に偏光分離素子を組み込んだ形態を図 23 に示す。本図は説明のために素子部分を拡大して示している。本実施例では、偏光分離素子 1 をスペーサー 8 を介してプリズム 11 に密着することで、非常に微細な構造をもった回折格子部を保護しているので、取り扱い容易とすることができる。スペーサー 8 とプリズム 11 により密閉された空間 10 は空気でもよいが、ヘリウム、窒素、アルゴンなどの不活性ガスを封入する方が好ましい。

#### 【0043】

A1 からなる回折格子 4 と石英基板ないしは  $MgF_2$  膜との間に、A1 よりも融点の高い材質からなる回折格子 5 を配置することで高温下での耐久性を向上し、さらに回折格子部を保護するようにスペーサーを介してプリズムに密着し、密閉された空間に不活性ガスを封入することで、回折格子の酸化や空気中の水分などによる腐蝕、ハンドリングによる破損を抑制することができるので、さらに耐久性に優れ、取り扱いも容易な偏光分離素子付きプリズムを得ることができる。

#### 【0044】

図 24 に本発明の第 9 実施例として、偏光分離素子を投影光学系の一部に用いた形態を示す。図 24 は、反射型液晶パネルを用いた液晶プロジェクターの光学系断面図である。同図において、12 は光源、13a、13b はフライアイインテグレーター、14 は偏光変換素子、15 はコンデンサーレンズ、16 は全反射

ミラー、17はフィールドレンズ、20a、20b、20cは反射型液晶パネル、21は投影レンズである。

#### 【0045】

ここに用いた1a、1b、1cの偏光分離素子では、使用波長よりも小さな周期で金属からなる回折格子を形成することで、広い入射角で優れた偏光分離特性を実現しており、さらにA1からなる回折格子4と石英基板ないしはMgF<sub>2</sub>膜との間に、A1よりも融点の高い部材からなる回折格子5を配置したことで、高温下での耐久性を向上しているため、極めて高輝度な光源を用いても、耐久性に優れた液晶プロジェクターを実現することができる。

#### 【0046】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、使用波長よりも小さな周期で複数の金属ないしは金属化合物からなる回折格子を配列することで、使用波長領域および使用画角全域で高い偏光分離特性を達成し、さらにA1からなる回折格子と基板との間に、A1よりも融点の高い、ないしは基板に対する拡散係数の小さい、ないしは基板に対する密着性に優れた金属あるいは金属化合物を配置したことで、高温下での耐久性を向上しているため、液晶プロジェクターなどにおいて、高コントラストと高輝度を両立した光学系を実現することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明第1実施例の要部正面図

【図2】 本発明第1実施例の要部断面図

【図3】 本発明第1実施例に要部断面の部分拡大図

【図4】 本発明第1実施例におけるp偏光の透過率、反射率の入射角特性

【図5】 本発明第1実施例におけるs偏光の透過率、反射率の入射角特性

【図6】 本発明第2実施例の要部断面の部分拡大図

【図7】 本発明第2実施例におけるp偏光の透過率、反射率の入射角特性

【図8】 本発明第2実施例におけるs偏光の透過率、反射率の入射角特性

【図9】 本発明第3実施例の要部断面の部分拡大図

【図10】 本発明第3実施例におけるp偏光の透過率、反射率の入射角特

性

【図 1 1】 本発明第 3 実施例における s 偏光の透過率, 反射率の入射角特

性

【図 1 2】 本発明第 4 実施例の要部断面の部分拡大図

【図 1 3】 本発明第 4 実施例における p 偏光の透過率, 反射率の入射角特

性

【図 1 4】 本発明第 4 実施例における s 偏光の透過率, 反射率の入射角特

性

【図 1 5】 本発明第 5 実施例の要部断面の部分拡大図

【図 1 6】 本発明第 5 実施例における p 偏光の透過率, 反射率の入射角特

性

【図 1 7】 本発明第 5 実施例における s 偏光の透過率, 反射率の入射角特

性

【図 1 8】 本発明第 6 実施例の要部断面図

【図 1 9】 本発明第 6 実施例の要部断面の部分拡大図

【図 2 0】 本発明第 6 実施例における p 偏光の透過率, 反射率の入射角特

性

【図 2 1】 本発明第 6 実施例における s 偏光の透過率, 反射率の入射角特

性

【図 2 2】 本発明第 7 実施例の要部断面図

【図 2 3】 本発明第 8 実施例の要部断面図

【図 2 4】 本発明第 9 実施例の光学系の断面図

【図 2 5】 従来技術における p 偏光の透過率, 反射率の入射角特性

【図 2 6】 従来技術における s 偏光の透過率, 反射率の入射角特性

【符号の説明】

1: 偏光分離素子

2: 基板

3: 回折格子部

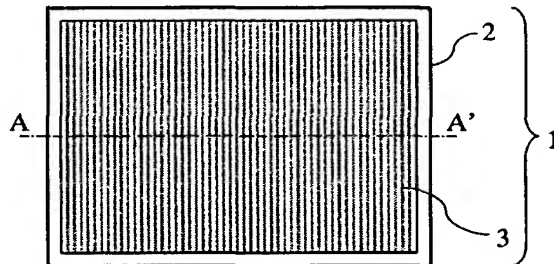
4: 回折格子

- 5：回折格子
- 6：回折格子
- 7：薄膜
- 8：スペーサー
- 9：透明保護部材
- 10：密封された空間
- 11：プリズム
- 12：光源
- 13 a, 13 b：フライアイインテグレーター
- 14：偏光変換素子
- 15：コンデンサーレンズ
- 16：全反射ミラー
- 17：フィールドレンズ
- 20 a, 20 b, 20 c：反射型液晶パネル
- 21：投影レンズ

【書類名】 図面

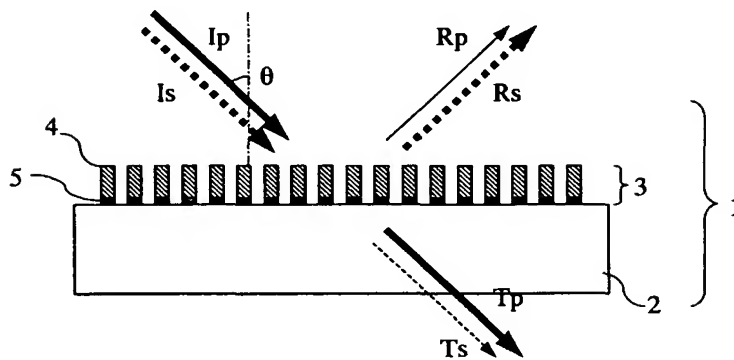
【図 1】

本発明第 1 実施例の要部正面図



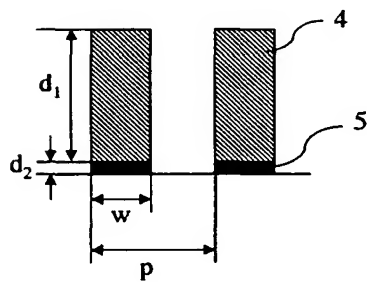
【図 2】

本発明第 1 実施例の要部断面図



【図 3】

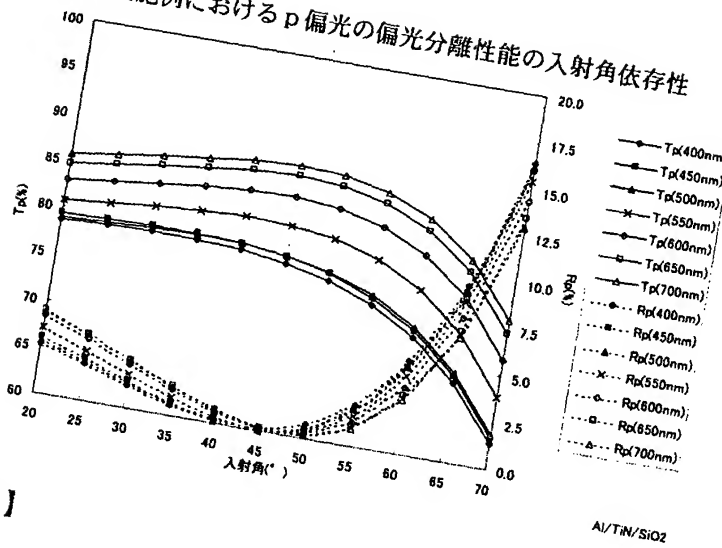
本発明第 1 実施例の要部断面の部分拡大図





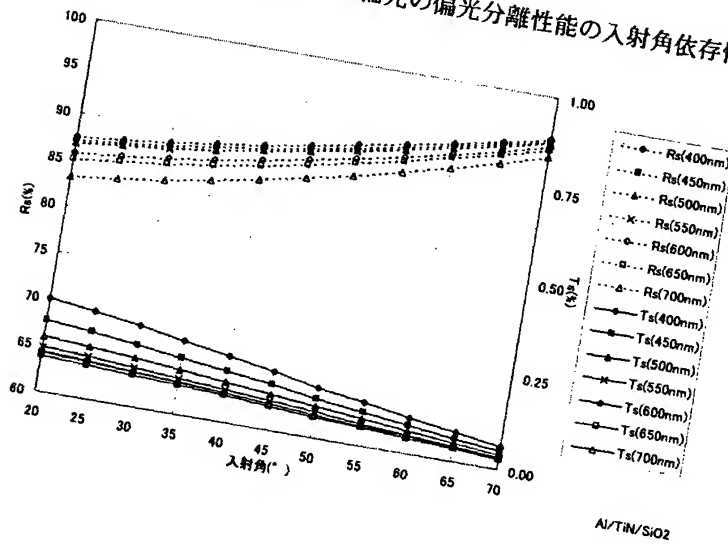
【図4】

第1実施例におけるp偏光の偏光分離性能の入射角依存性

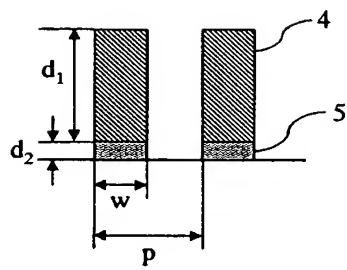


【図5】

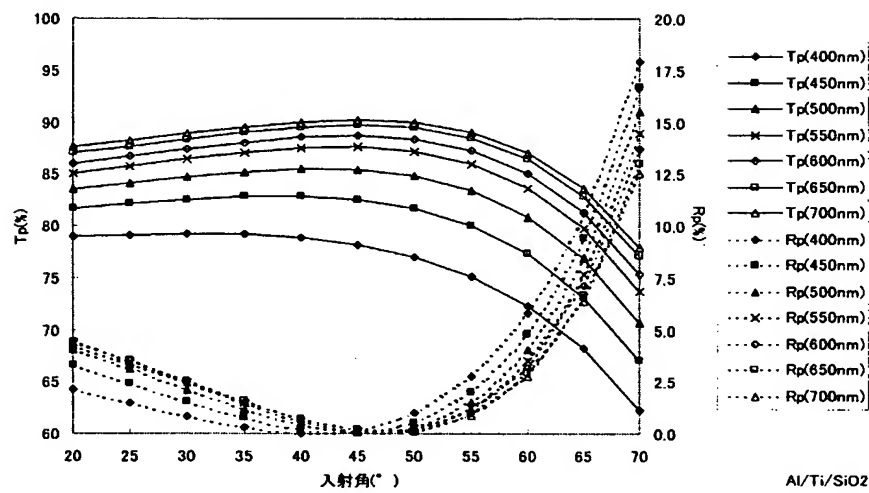
第1実施例におけるs偏光の偏光分離性能の入射角依存性



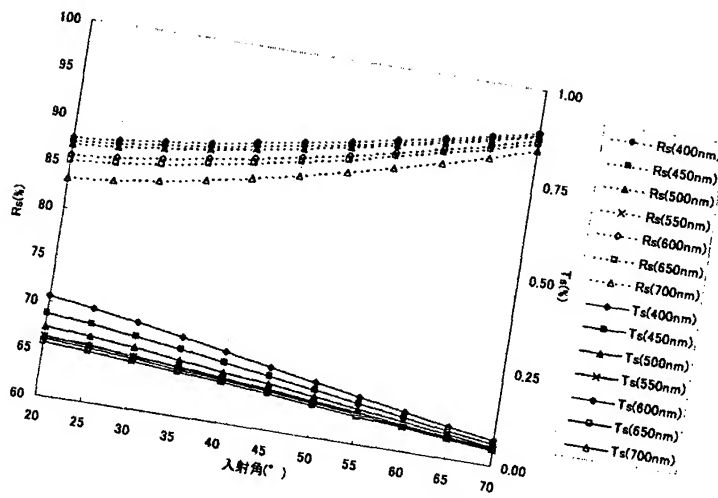
【図 6】



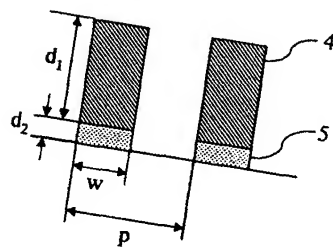
【図 7】



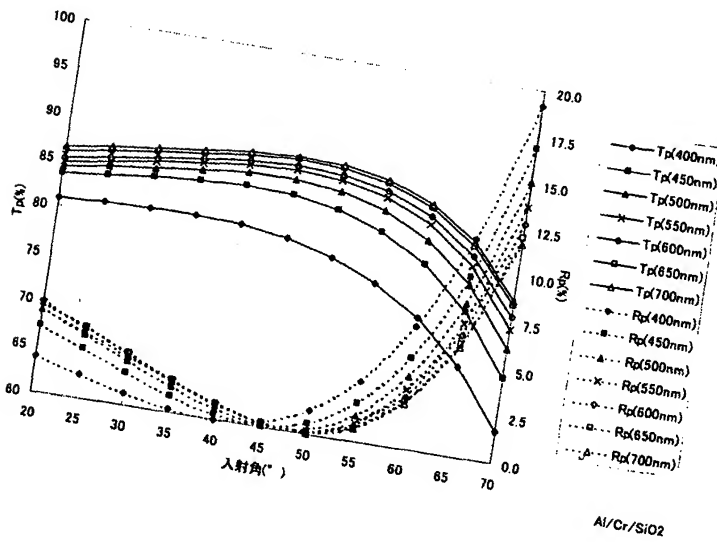
【図8】



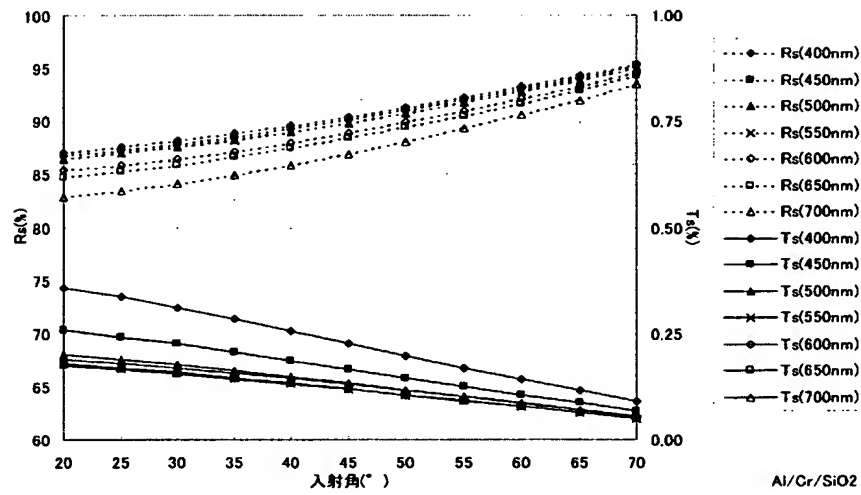
【図9】



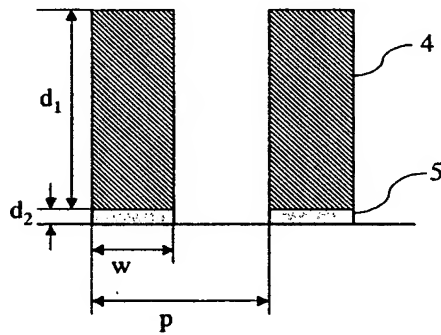
【図10】



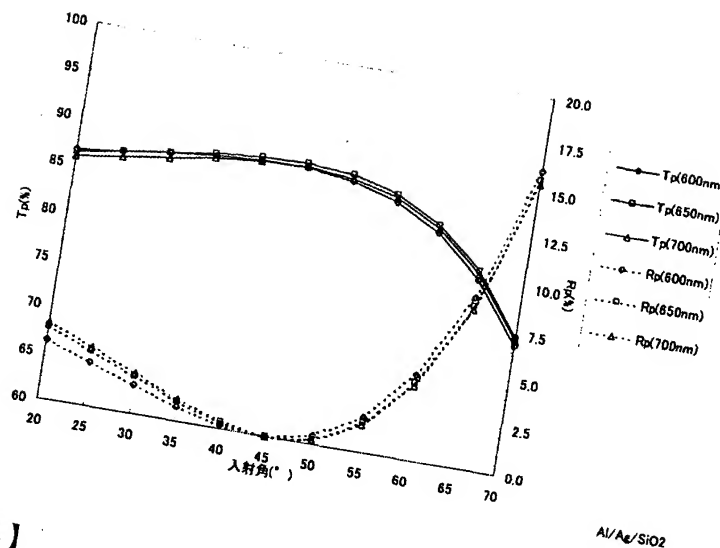
【図 1 1】



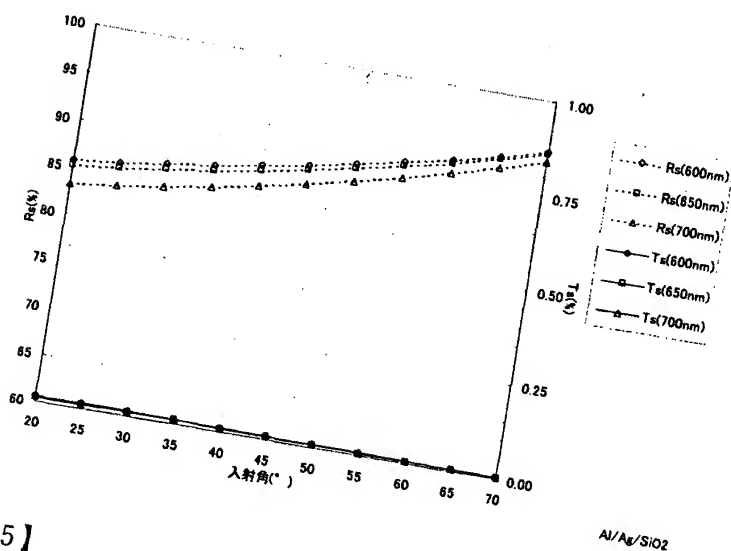
【図 1 2】



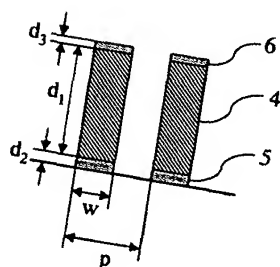
【図13】



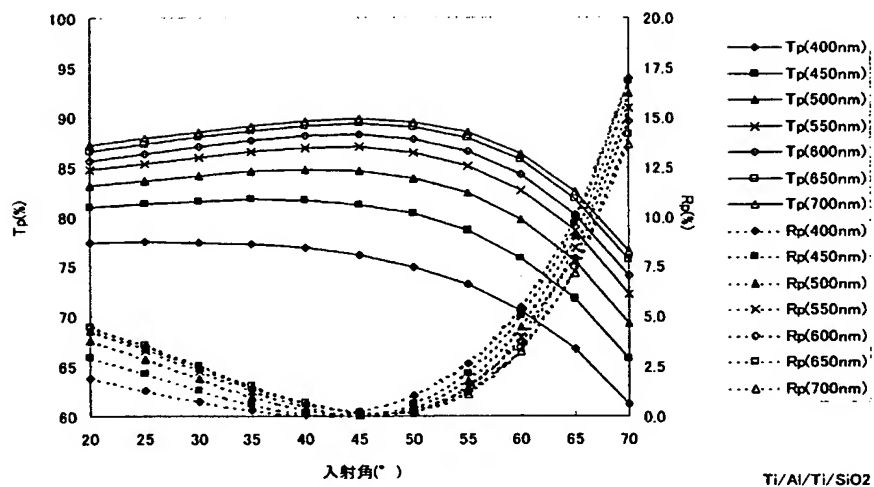
【図14】



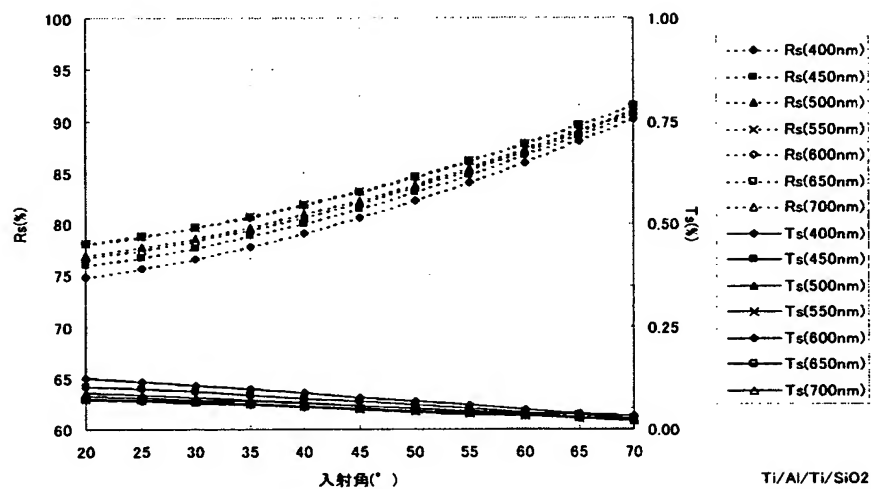
【図15】



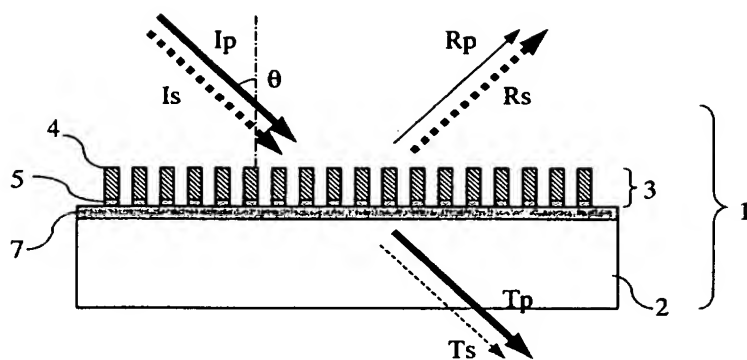
【図 16】



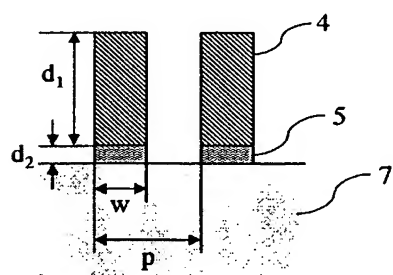
【図 17】



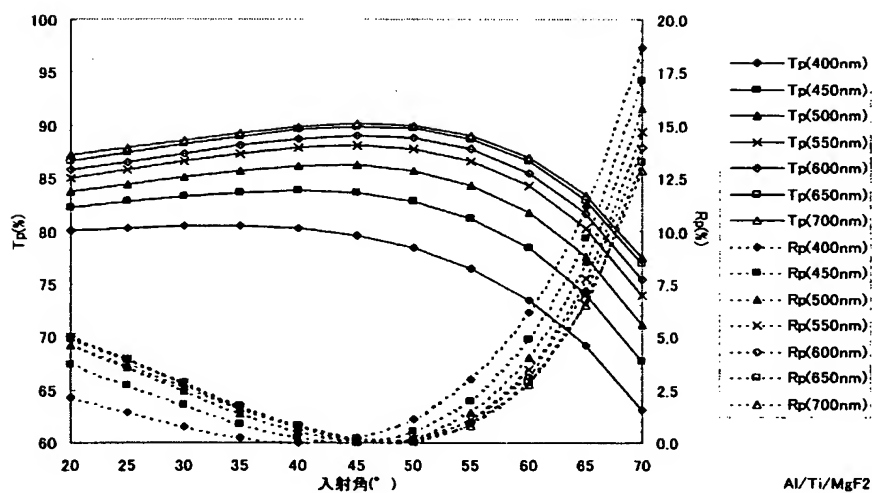
【図 18】



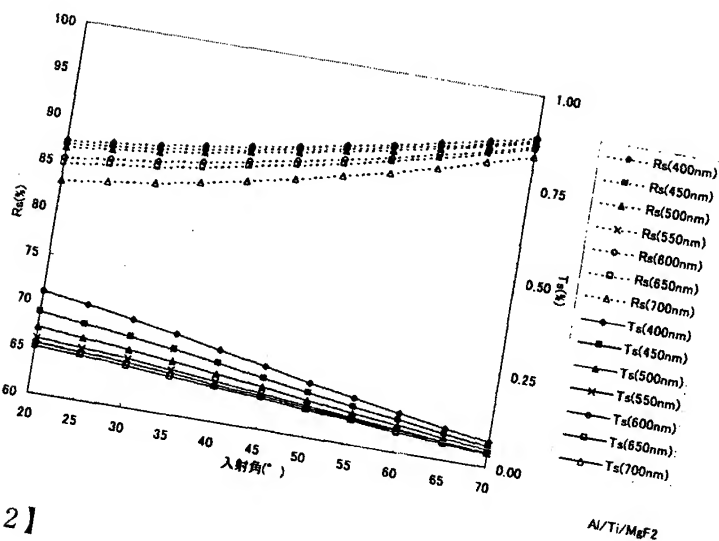
【図 19】



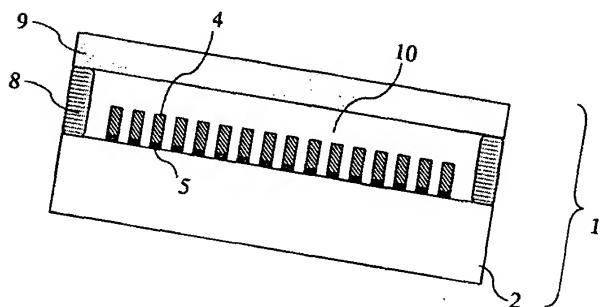
【図 20】



【図21】

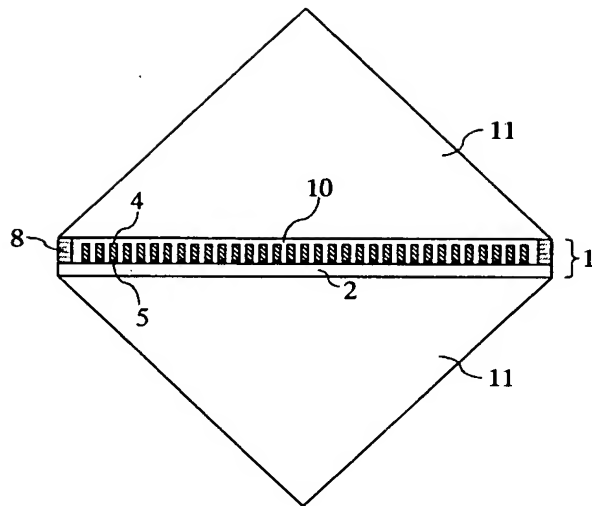


【図22】

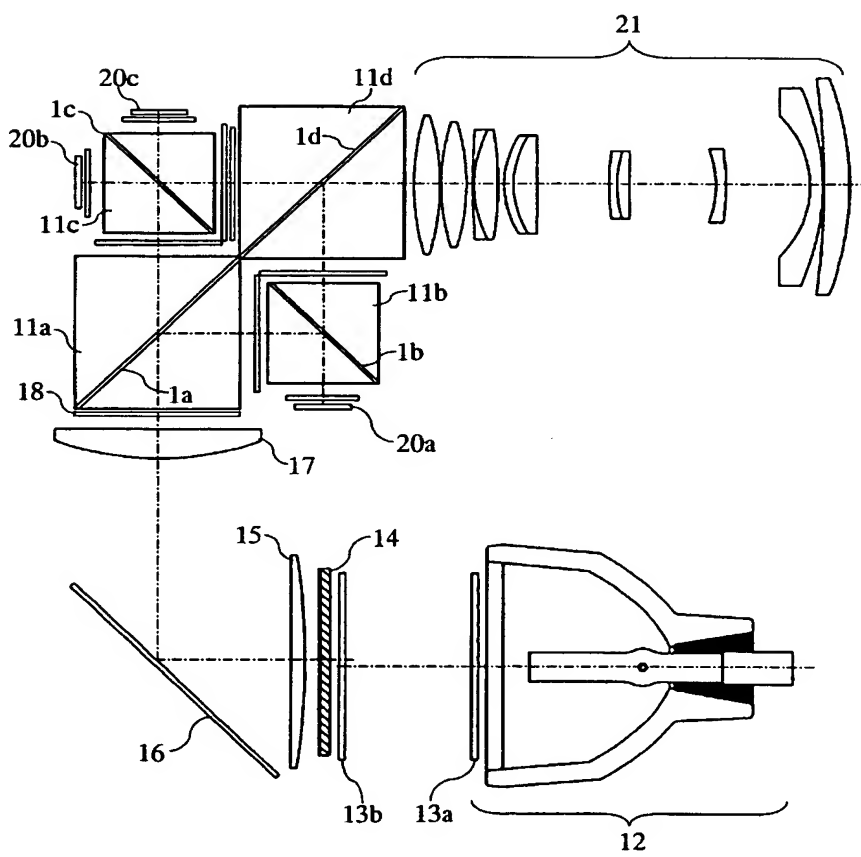




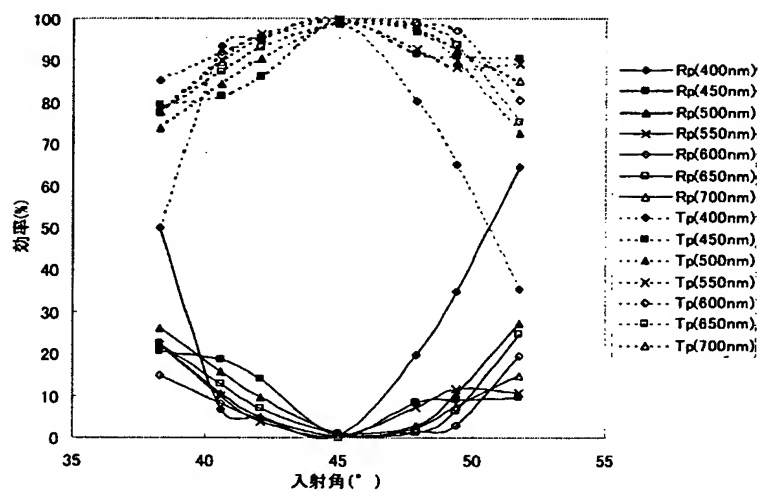
【図 2 3】



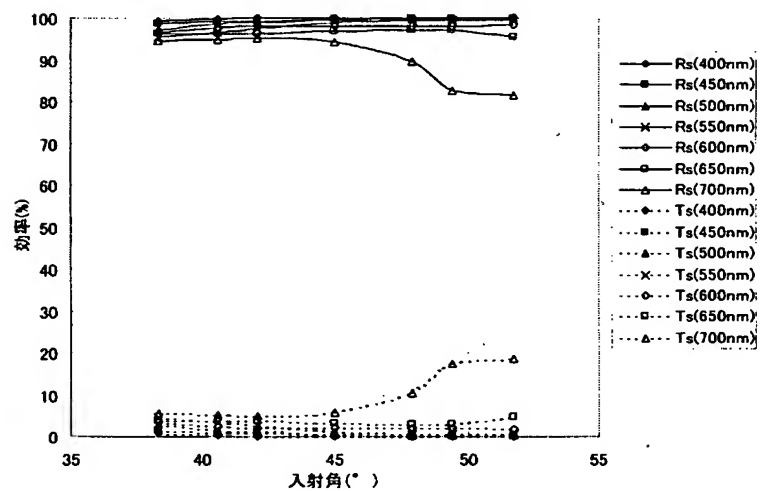
【図 2 4】



【図 25】



【図 26】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用波長領域および使用画角全域で、高い偏光分離性能を達成るとともに、高温下での耐久性や量産性にも優れた偏光分離素子およびそれを用いた光学系を得る。

【解決手段】 使用波長よりも小さな周期で配列された回折格子からなる偏光分離素子において、回折格子を複数の金属ないしは金属化合物を積層して形成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 0 2 0 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社